

# Análisis textural de cuarzo hidrotermal del depósito El Pantanito, provincia de Mendoza: Nuevos aportes sobre su génesis

Nora RUBINSTEIN<sup>1</sup> y María Florencia GARGIULO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires – CONICET, Departamento de Geología, Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Buenos Aires, Argentina.

E.mail: nora@gl.fcen.uba.ar

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Departamento de Geología, Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Buenos Aires, Argentina.

E.mail: fgar@gl.fcen.uba.ar

**RESUMEN.** El análisis textural del cuarzo hidrotermal del depósito El Pantanito, permitió realizar nuevos aportes sobre la génesis de esta mineralización epitermal de Au de baja sulfuración. Este depósito se localiza en el Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza y está alojado en una secuencia volcánica permo-triásica, con características geoquímicas transicionales entre un régimen de subducción y uno de intraplaca continental. La ocurrencia conjunta de pseudomorfos de cuarzo según calcita, sílice coloforme – crustiforme y adularia, permite establecer que el nivel de erosión se encuentra dentro de la paleozona de ebullición ascendente. La superposición de texturas típicas de diferentes profundidades de formación, sugiere un proceso de tipo telescópico producido por la propagación, en profundidad, del frente de ebullición y por lo tanto de la zona de depositación de metales preciosos.

Palabras clave: *Epitermal, Baja sulfuración, Texturas, Ebullición, Proceso telescópico, Mendoza.*

**ABSTRACT.** *Hydrothermal quartz textural analysis from El Pantanito epithermal ore deposit, province of Mendoza: New contributions on its genesis.* Hydrothermal quartz textural analysis from El Pantanito ore deposit, provide new information about the genesis of this low sulphidation Au epithermal mineralization. It is located in the San Rafael Massif, province of Mendoza, Argentina, and is hosted by a permo-triassic volcanic sequence with geochemical characteristics transitional between subduction and continental intraplate settings. The combined occurrence of calcite pseudomorphically replaced by quartz, crustiform-colloform silica and adularia, reflect that the erosion level is within the paleozone of boiling upflow. Overprinting of textures generated at different depths within the deposit, suggests telescoping produced by downward propagation of the boiling front and therefore the domain of precious metal deposition.

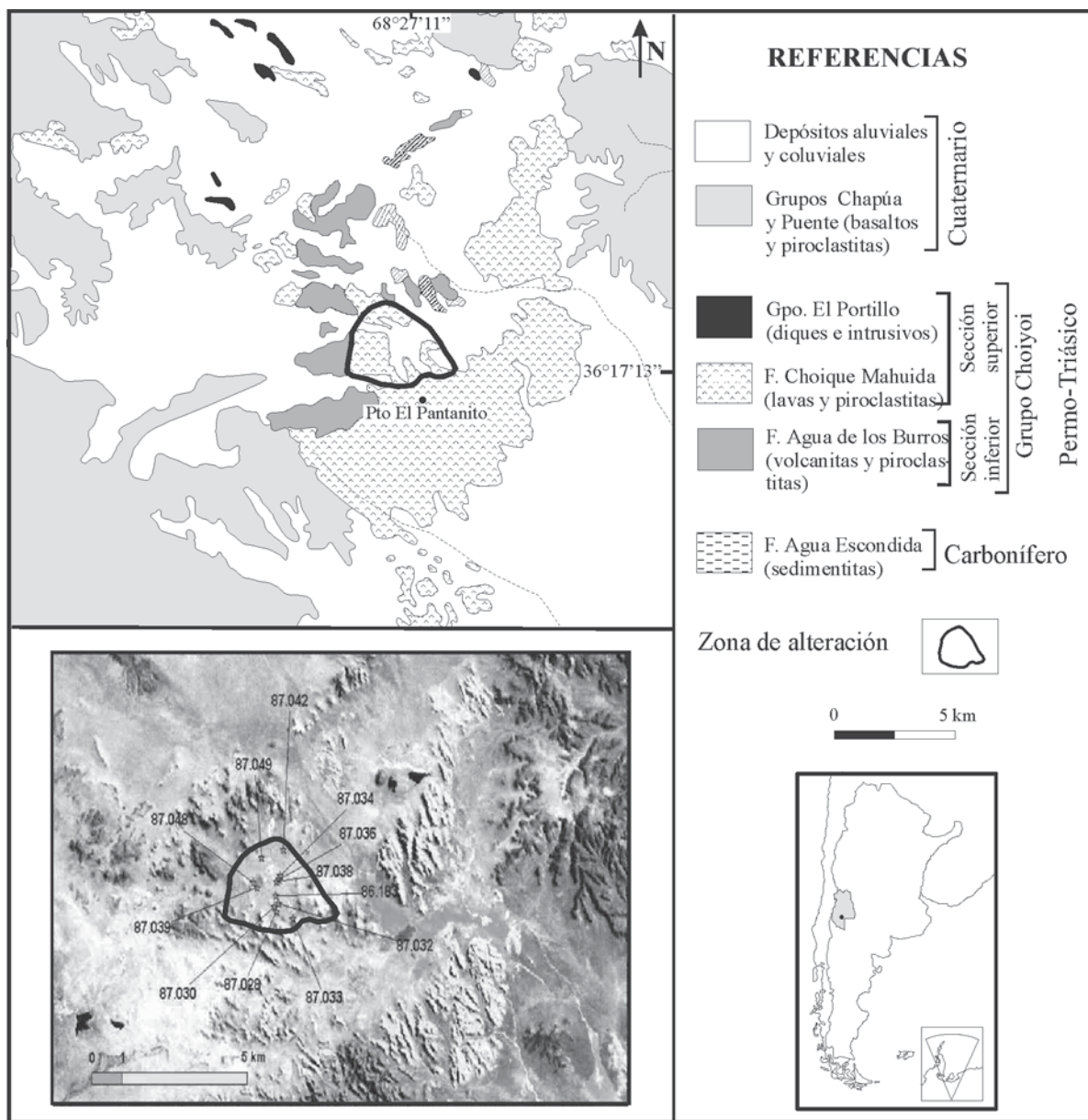
Key words: *Epithermal, Low sulphidation, Textures, Boiling, Telescoping, Mendoza.*

## Introducción

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer nueva información sobre la génesis del depósito El Pantanito, obtenida a través del análisis mineralógico y textural del cuarzo hidrotermal en un total de 22 muestras de superficie. Este depósito se encuentra ubicado dentro del Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza (Fig. 1), y está emplazado en un conjunto de rocas volcánicas y piroclásticas de edad permo-triásica pertenecientes a la sección superior del Grupo Choiyoi. Se trata de un sistema epitermal aurífero de baja sulfuración que, hasta el momento, es el único en su tipo reconocido en esta provincia geológica (Carpio *et al.* 2001, Rubinstein *et al.* 2001). Fue descubierto en el año 1996 por la empresa *Argentina Mineral Development*, quien lo denominó La Cabeza, y lo exploró entre los años 1997 y 1998. Dicha exploración permitió establecer la existencia de 24.732.000 t con una ley de 1,1 gr/t de Au, 11.976.000 t con 1,83 gr/t, 6.816.000 t con 2,82 gr/t y 3.398.000 t con 4,28 gr/t, con leyes de corte entre 0,2 y 2 gr/t de Au ([www.exeterresource.com/la\\_cabeza.htm](http://www.exeterresource.com/la_cabeza.htm) Marzo de 2004).

## Geología regional

En el Bloque San Rafael, el magmatismo permo-triásico se encuentra ampliamente distribuido y recibe la denominación de Grupo Choiyoi, dentro del cual pueden diferenciarse dos secciones. La sección inferior pérmica inferior está constituida por andesitas, ignimbritas dacíticas a riolíticas y sedimentitas. Las características geoquímicas de las volcanitas sugieren un ambiente de subducción (Llambías *et al.* 1993, Kleiman 1999). La sección superior, pérmica superior a triásica inferior, está compuesta principalmente por ignimbritas riolíticas, diques andesíticos, flujos lávicos, rocas subvolcánicas dacíticas a riolíticas y basandesitas alcalinas, cuyo carácter geoquímico indica características transicionales entre un ambiente de subducción y uno de intraplaca continental (Malvicini y Delpino 1989, Ramos 1993, Kleiman 1999). Así, las condiciones del volcanismo del Grupo Choiyoi sugieren una transición desde un régimen compresivo hacia uno progresivamente extensional, que finaliza en un proceso de *rifting* en el Triásico medio, durante el cual tuvo lugar un magmatismo bimodal, ligeramente alcalino (Malvicini y Delpino 1989, Ramos 1993, Kleiman 1999).



**Figura 1:** Mapa geológico (adaptado de Carpio *et al.* 2001 y Narciso *et al.* 2001) e imagen satelital Landsat TM del área de estudio con la ubicación la zona de alteración del depósito y de un conjunto de muestras cuyas principales características se presentan en el Cuadro 1.

Esta variación geoquímica entre ambas secciones del Grupo Choiyoi es acompañada por cambios en la cinemática del régimen deformativo. La primera etapa, correspondiente a la orogenia sanrafaélica (Carbonífero superior – Pérmico medio), es transpresiva dextral y afecta principalmente a la sección inferior y en menor medida a la base de la sección superior. La segunda etapa es transtensiva sinistral y controla al resto de la sección superior (Japas y Kleiman 2004).

### Geología del área

El depósito El Pantanito está emplazado en la Formación Choique Mahuida, que forma parte de la sección superior del

Grupo Choiyoi (Fig. 1). Las edades asignadas a esta unidad varían entre  $266 \pm 20$  y  $215 \pm 10$  Ma, predominando aquellas comprendidas en el rango entre 248 y 236 Ma, de acuerdo a las dataciones K/Ar en roca total, realizadas por Linares (1977 y 1979). Regionalmente, la Formación Choique Mahuida está compuesta por brechas andesíticas y una alternancia irregular de lavas, ignimbritas, brechas y tobas riolíticas, lavas y pórfiros riolíticos (Narciso *et al.* 2001). Esta se asienta sobre la Formación Agua Escondida y se encuentra intruida por el Grupo El Portillo (Narciso *et al.* 2001).

Dentro del área del depósito, las rocas de la Formación Choique Mahuida conforman un conjunto de lomas constituidas por rocas volcánicas y piroclásticas de distribución aproximadamente circular, que encierran un área deprimida. El

conjunto está integrado por niveles de rocas piroclásticas y domos de composición riolítica, intruidos por diques de riolita. Las rocas piroclásticas corresponden a tobas y brechas de composición fenoriolítica, frecuentemente con pseudo-bandeamiento de flujo, indicando alto grado de soldamiento. Las riolitas tienen textura porfírica a glomeroporfírica, están constituidas por fenocristales de feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa y ocasionalmente biotita, y pasta granofírica o micropoiquilítica. Ocasionalmente, se reconocen estructuras de chimeneas de brecha de forma elíptica que no superan los cinco metros en su dimensión mayor, las cuales cortan a las piroclastitas y a los diques. Estas estructuras tienen bordes netos y textura brechosa, y están compuestas por fragmentos líticos subangulosos predominantemente de andesitas y, de forma subordinada, fragmentos de rocas silicificadas y de riolitas, todos ellos inmersos en una matriz muy fina constituida por un agregado cuarzo-feldespático.

### Alteración y mineralización

El área de alteración abarca aproximadamente 4 km<sup>2</sup> (Fig. 1) con una diferencia de cota máxima medida de alrededor de 100 m y está caracterizada, principalmente, por una intensa silicificación, a la que se asocia adularia de forma muy subordinada, que se sobreimpone a una alteración sericítico-arcillosa. Localmente, se reconocen fenómenos de propilitización. Los procesos de oxidación póstumos están ampliamente distribuidos en toda el área de alteración, dando lugar a una suave a moderada limonitización (que incluye jarosita), la cual conforma venas e impregnaciones (Cuadro 1).

La alteración sericítico - arcillosa es de tipo penetrante, tiene moderada intensidad y afecta de forma generalizada a las rocas de caja. La silicificación es el proceso más conspicuo y se presenta como vetas, venillas, brechas, *stockwork* y zonas de reemplazo. Las vetas suelen ser discontinuas y por lo general no superan los dos metros de potencia. Tienen textura masiva, bandeada, coloforme y en geodas. Las brechas están conformadas por fragmentos de roca de caja silicificada, cementados por sílice. En las zonas de reemplazo, la silicificación afecta a la roca de caja en forma penetrante, desarrollando agregados granulares de cuarzo masivo. La silicificación está controlada por los principales lineamientos estructurales del área, de Az 340° y 325°. En algunos sectores, existe además la presencia de venas de jaspe posteriores a la silicificación, las cuales alcanzan 40 cm de potencia y se disponen con diferentes direcciones, predominando las de Az 120°. Es frecuente la presencia de venillas tardías de hematita, ocasionalmente acompañada por escasas baritina y monacita.

La feldespaticización se encuentra en las vetas y en el cemento de las brechas silíceas. El feldespato conforma grumos o diminutos cristales de hábito rómbico argilizados y ha sido determinado como una variedad de adularia portadora de amonio, denominada buddingtonita (Godeas y Rubinstein 2004).

La propilitización es suave a moderada y de distribución errática. Produce albitización de los fenocristales de feldespato, cloritización de la pasta y silicificación localizada en venillas. También se reconoce propilitización relacionada a las

chimeneas de brecha, la cual afecta predominantemente a su matriz. En este caso, la asociación de alteración está compuesta por clorita y, en forma subordinada, epidoto y motas de carbonato.

Los minerales de mena están representados principalmente por cristales de pocos milímetros de pirita, diseminados en la roca silicificada o en las venas y brechas silíceas. Su proporción no supera el 1% del total de la roca y suele estar espacialmente asociada a sericita. De forma muy subordinada se reconocen cristales de esfalerita, arsenopirita, hematita especular y galena; esta última también como inclusión dentro de la pirita. El Au aparece en granos de hasta cinco micrones, ya sea en las vetas silíceas (por lo general asociado al cuarzo en peine y en ocasiones acompañado por adularia), en el cemento de las brechas, o bien, en las rocas de caja silicificadas. Análisis realizados con microscopio electrónico de barrido con equipo de energía dispersiva (EDX) sobre los granos de Au, indican que su contenido de Ag puede alcanzar hasta un 20% en peso. Los análisis químicos de un conjunto de muestras del área del depósito (Cuadro 2), sólo evidencian valores anómalos de Au y prácticamente no registran anomalías en Ag ni en metales base.

### Análisis textural del cuarzo hidrotermal

El análisis de las texturas del cuarzo hidrotermal fue realizado en muestras de superficie de vetas y venillas de *stockwork*, siguiendo la clasificación de Dong *et al.* (1995), que las agrupa en texturas de crecimiento primario, de reemplazo y de recristalización. Este análisis permitió reconocer diferentes tipos texturales, con frecuencia relacionados espacialmente en forma compleja, incluso dentro de una misma muestra (Fig. 2). Las texturas reconocidas se describen a continuación.

#### *Texturas de crecimiento primario*

**Masiva:** Constituida por agregados microcristalinos de color blanco - lechoso o gris de aspecto vítreo, integrados por individuos subhedrales y equigranulares, que no desarrollan ningún arreglo particular.

**Crustiforme:** Caracterizada por bandeamientos asimétricos o simétricos y en muchos casos coloformes (Figs. 2 y 3 a y b). El bandeamiento asimétrico resulta de la alternancia de agregados granulares masivos de cuarzo hialino y cuarzo lechoso con numerosas inclusiones fluidas. Entre las bandas se observan agregados granulares lentiformes de óxidos de hierro. El bandeamiento simétrico está dado por agregados de cuarzo en peine en los bordes de la crustificación (Fig. 3 c) que, hacia el centro de la cavidad, adquieren textura masiva y aspecto hialino. El cuarzo en peine puede ser lechoso o hialino dependiendo de la cantidad de inclusiones. Asociados al bandeamiento simétrico se reconocen cristales de adularia, apatita y pirita; estos últimos, se encuentran frecuentemente rodeados por sericita. Ocasionalmente, se advierten agregados granulares de minerales opacos en las paredes de las venillas.

**En peine:** Conformada por individuos de cuarzo, tanto de

**Cuadro 1.** Rocas de caja y tipos de alteración presentes en una selección de las muestras más representativas tomadas en el área de estudio.

Ubicación de las Muestras	LITOLÓGÍA	TIPOS DE ALTERACIÓN
<b>86183</b> x 36°17'13" y: 68°27'11"	Riolita	Silicificación fuerte como cemento de brecha con textura en peine o en mosaico. Sericitización - argilización suave en venillas asociadas a minerales opacos y como reemplazo de fenocristales y pasta. Feldespatización incipiente dada por cristales de adularia asociados al cemento silíceo.
<b>87028</b> x 36°17'43" y: 68°27'08"	Toba fenoríolítica	Silicificación fuerte en venillas con textura en peine a la que se asocia piritita. Sericitización-argilización suave a moderada en venillas y como reemplazo de cristaloclastos y matriz. Feldespatización incipiente dada por cristales de adularia en las venillas silíceas.
<b>87029</b> x 36°17'40" y: 68°27'00"	Dacita	Sericitización fuerte y argilización moderada como reemplazo de fenocristales y pasta. Silicificación suave en venillas con textura masiva. Propilitización incipiente como reemplazo de fenocristales.
<b>87032</b> x 36°17'13" y: 68°27'11"	Volcanita	Silicificación y sericitización - argilización muy fuertes, como reemplazo, en venas y como cemento de la brecha hidrotermal.
<b>87033</b> x 36°17'37" y: 68°27'06"	Riolita	Argilización fuerte y sericitización moderada de fenocristales y pasta (en ocasiones asociada a piritita). Silicificación suave en venillas con textura masiva. Cloritización subordinada como reemplazo de fenocristales.
<b>87034</b> x 36°17'16" y: 68°27'02"	Volcanita	Silicificación muy fuerte como cemento de brecha con textura masiva o en peine (con piritita asociada), como reemplazo de los clastos y en difusas venillas con textura masiva. Sericitización - argilización moderada y cloritización suave como reemplazo de la matriz.
<b>87036</b> x 36°17'16" y: 68°27'02"	Dacita	Propilitización dominada por fuerte cloritización de los fenocristales y la pasta y subordinadamente, por epidotización incipiente de los fenocristales. Sericitización-argilización fuerte de la pasta y los fenocristales.
<b>87038</b> x 36°17'25" y: 68°27'33"	Chimenea de brecha	Propilitización moderada a fuerte dominada por cloritización como reemplazo de la matriz y, subordinadamente, por epidoto y carbonatos como reemplazo de cristaloclastos y matriz. Venillas discontinuas de carbonatos. Sericitización - argilización moderada a fuerte de los cristaloclastos.
<b>87039</b> x 36°17'25" y: 68°27'33"	Toba vítrea	Silicificación muy fuerte como reemplazo de vitroclastos y de matriz conformando agregados masivos de cuarzo asociados a agregados de calcedonia; también como cemento de brecha hidrotermal y como relleno de venillas constituyendo agregados de cuarzo masivo y/o en peine. Argilización - sericitización fuerte como reemplazo de cristaloclastos y matriz. Feldespatización incipiente dada por cristales de adularia caolinizados asociados al cemento silíceo.
<b>87042</b> x 36°17'02" y: 68°27'05"	Veta de cuarzo	Sílice en texturas de relleno, de reemplazo pseudomórfico de calcita y de recristalización, intercrecidas con grumos de arcillas y cristales euhedrales o grumosos de adularia.
<b>87048</b> x 36°17'21" y: 38°27'38"	Brecha piroclástica	Silicificación muy fuerte como cemento de brecha hidrotermal, en venillas con textura en peine o crustificación asociada a impregnaciones de óxidos de hierro o piritita. Sericitización subordinada como reemplazo de litoclastos y matriz.
<b>87049</b> x 36°17'08" y: 68°27'33"	Toba vítrea	Silicificación fuerte en venillas con textura masiva. Argilización moderada como reemplazo de cristaloclastos y matriz. Feldespatización moderada en venillas dada por cristales de adularia asociados a agregados de cuarzo masivo, piritita y arcillas intersticiales.

aspecto hialino como lechoso, a los que, en ocasiones, se asocia adularia en secciones rómbicas (Fig. 3 d) o en agregados grumosos intercrecidos con esmectitas (Fig. 3 e). Es muy común encontrar, hacia el centro de las venillas, agregados fibrosos radiales de sericita o interestratificados de clorita - esmectitas de disposición intersticial. El cuarzo en peine aparece más comúnmente en las estructuras de *stockwork*, como única textura de relleno o bien, en las vetas donde se encuentra asociado a la crustificación coliforme (Fig. 3 a), habiéndose detectado en ambos casos la presencia ocasional de pequeños cristales de baritina.

*Cristales con zonación:* Desarrollan un contorno externo de color castaño otorgado por la presencia de numerosas inclusiones fluidas paralelas a las caras del cristal y hacia el interior del mismo se observan zonas concéntricas con alternancia de concentraciones variables de inclusiones rodeando al

núcleo límpido. (Fig. 3 f). Esta textura, de escaso desarrollo, se encuentra principalmente asociada a los sectores con reemplazos pseudomórficos de calcita paralela.

#### *Texturas de reemplazo*

Estas texturas corresponden a reemplazos pseudomórficos de cuarzo según calcita y se encuentran principalmente en las vetas, en las que por lo general, aparecen espacialmente asociadas a texturas crustiformes coliformes (Fig. 2).

*En enrejado (lattice platy calcite):* Caracterizada por agregados de cuarzo masivo que respetan formas tabulares, las que se intersectan dejando espacios poliédricos entre sí, los cuales se encuentran parcial o totalmente rellenos por cuarzo en peine o masivo (Fig. 4 a). Aparece espacialmente asociada tanto a las otras texturas de reemplazo como a las diferentes texturas de relleno.

**Cuadro 2.** Análisis químicos de muestras de la zona de alteración(\*)

Muestra	Litología	As	Au	Sb	Se	Th	U	W	Ag	Bi	Cu	Mn	Mo	Pb	Zn
86177	Roca de caja con silicificación masiva y venillas de cuarzo	11	451	20	6	6	2	608	21	-5	11	105	4	9	13
86180	Roca de caja diaclasada	42	-2	4	3	14	4	241	1	7	3	99	3	24	103
86182	Roca de caja con silicificación y argilización penetrativas	7	-2	3	-3	18	3	137	1	-5	5	64	6	25	25
86184	Roca de caja brechada y cementada por sílice	38	276	23	3	8	4	551	1	-5	7	61	6	15	17
86185	Roca de caja con venillas de sílice de dos generaciones	53	1840	24	6	12	7	361	2	-5	6	99	3	26	33

(\*) En ppm, excepto Au en ppb, realizados por ICP (Ag, Bi, Mn, Cu, Mo, Pb, Zn) e INAA (As, Au, Sb, Se, Th, U, W).

*Paralela (parallel bladed calcite)*: Se presenta como agregados de cuarzo masivo siguiendo formas tabulares paralelas entre sí y a las paredes de la cavidad (Figs. 4 b y c). En ocasiones, los individuos de cuarzo que constituyen estos agregados son euhedrales y presentan zonación (Fig. 3 f). Eventualmente, pueden aparecer pequeños cristales de adularia implantados en los bordes de los cristales pseudomórficos.

*Fantasma (ghost bladed calcite)*: Conformada por agregados de cuarzo masivo con concentraciones de impurezas que definen un hábito tabular muy delgado. En este caso, los agregados de cuarzo no siguen la geometría del mineral reemplazado (Fig. 4 d). Esta textura se encuentra tanto en las vetas como en las estructuras de *stockwork*.

#### Texturas de recristalización

*En mosaico*: Se presenta como agregados microcristalinos de cuarzo anhedral y aspecto lechoso cuyos contactos entre granos son muy irregulares e interpenetrados.

*Llameante o esferulítica*: Constituye bandas de agregados fibrosos radiales de calcedonia, con superficies externas redondeadas, en ocasiones, formando esferulitas, muchas veces de distribución intersticial.

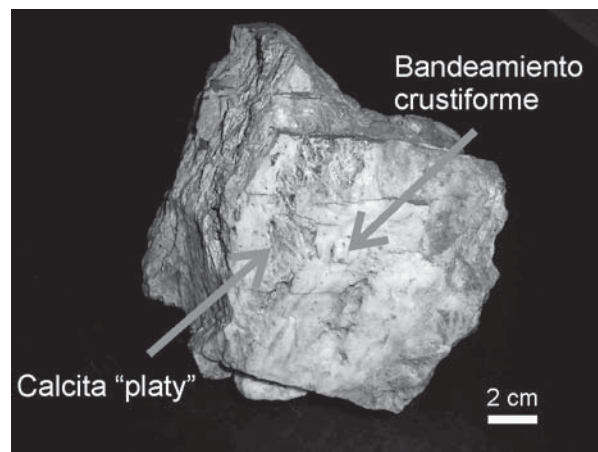
En una misma muestra de veta pueden encontrarse espacialmente asociadas en forma compleja diferentes texturas que, desde los bordes hacia el centro de la cavidad, despliegan la siguiente secuencia: masiva, paralela, cristales con zonación, cristales fantasmas, en enrejado y crustificación con desarrollo de textura en peine (con cristales de adularia y grumos de montmorillonita) y bandeamiento coloforme.

#### Discusión

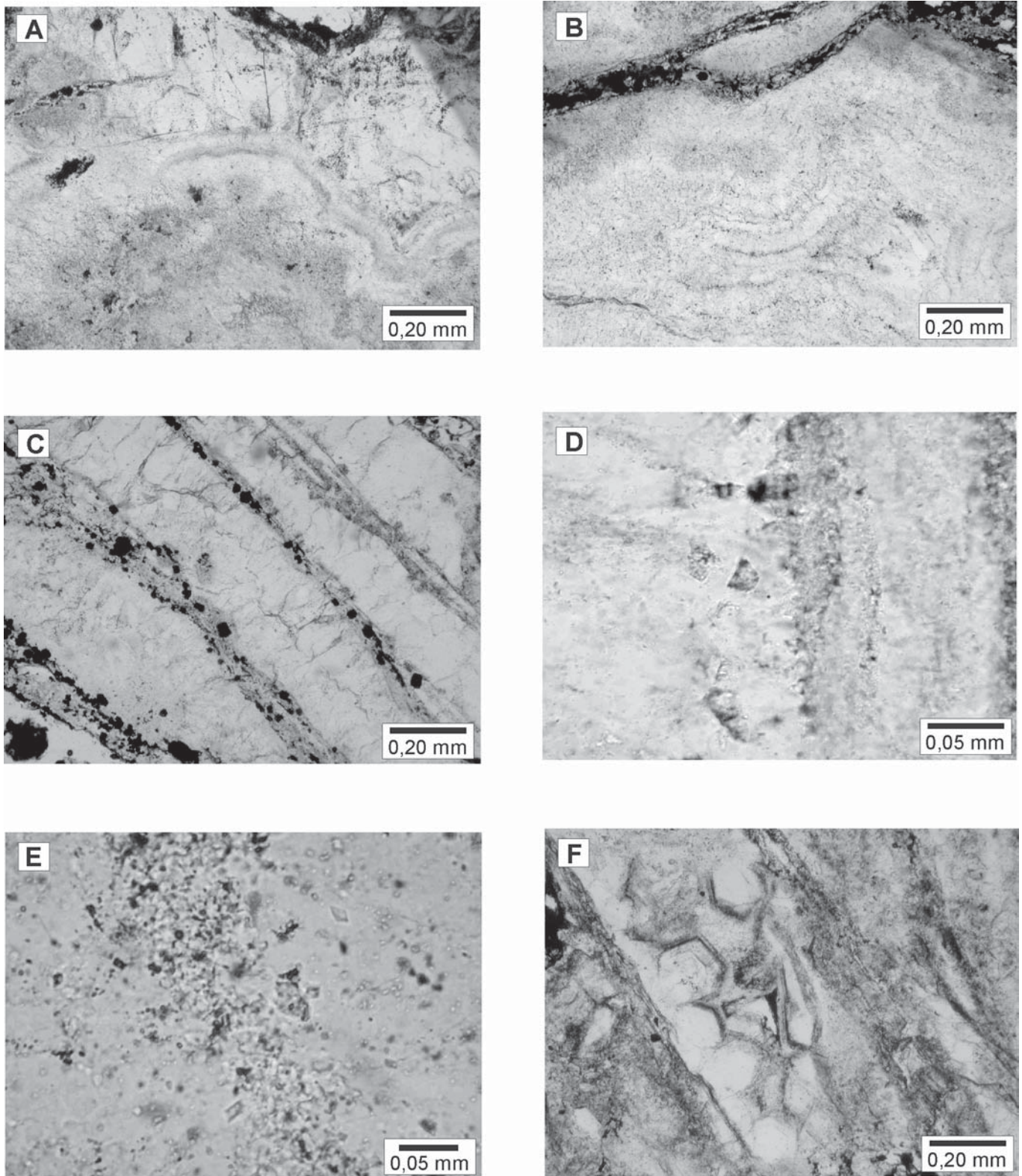
El análisis textural del cuarzo hidrotermal del depósito El Pantanito permite realizar una serie de consideraciones respecto de las características y evolución de los fluidos

mineralizantes, permitiendo, de esta forma, establecer el nivel de exposición de la mineralización.

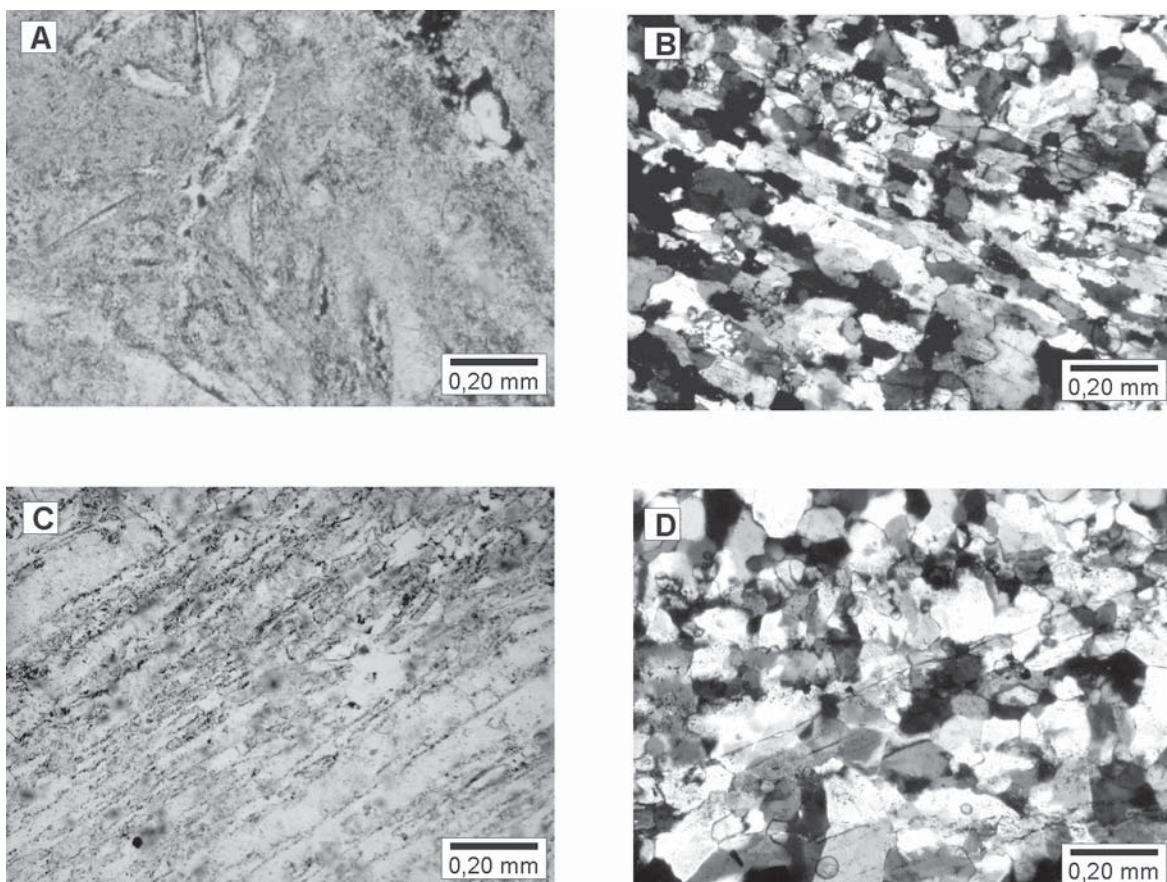
Los cambios en las condiciones de los fluidos relacionados al enfriamiento, mezcla, reacción con la roca de caja y ebullición, dan lugar a la formación de texturas crustiformes (Buchanan 1981, en Dong *et al.* 1995). La compleja crustificación observada en las muestras estudiadas, producto de cambios mineralógicos y texturales, sería esencialmente consecuencia de pérdidas episódicas de presión vinculadas a procesos repetitivos de brechamiento y precipitación (Buchanan, 1981, en Dong *et al.* 1995). Si bien en este caso, existe un claro control estructural puesto en evidencia por la disposición de la silicificación, la asidua presencia de *stockwork* y brechas silíceas sugiere que un proceso de fracturamiento hidráulico pudo haber intervenido durante la génesis de esta mineralización. Tanto la textura en peine como la zonación de cristales de cuarzo evidencian condiciones relativamente estables durante su depositación (Fournier 1985). Esta zonación (véase Fig. 3 f), implicaría un aumento en la velocidad de cristalización, consecuencia de la supersaturación causada por la



**Figura 2:** Fotografía de muestra de veta silícea con crustificación representada en los bordes por textura de calcita en enrejado y hacia el centro de la cavidad, por el desarrollo de bandeamiento crustiforme.



**Figura 3:** a) Crustificación coloforme con bandeamiento asimétrico (polarizadores paralelos). b) Crustificación coloforme (polarizadores paralelos). c) Crustificación con bandeamiento simétrico asociado a textura en peine (polarizadores paralelos). d) Cristales rómbicos de adularia en venas de cuarzo en peine (polarizadores paralelos). e) Grumos de adularia intercrecidos con esmectitas (polarizadores paralelos). f) Cristales de cuarzo con zonación dada por la presencia de un borde con numerosas inclusiones paralelas a las caras del cristal, asociados a reemplazos pseudomórficos de calcita con textura paralela (polarizadores paralelos).



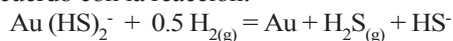
**Figura 4:** a) Textura de calcita en enrejado. Agregados de cuarzo masivo según formas de cristales de calcita entrecruzados (polarizadores paralelos). b) Textura de calcita paralela. Agregados de cuarzo masivo según formas de cristales de calcita paralelos (polarizadores cruzados). c) Textura paralela (polarizadores paralelos). d) Cristales fantasmas. Agregados de cuarzo masivo con concentraciones de impurezas que definen el hábito tabular de los cristales de calcita reemplazados (polarizadores cruzados).

ebullición y el enfriamiento de las soluciones (Nillni y Stöckhert 1996). Por otra parte, el reconocimiento de las texturas de recristalización permite inferir la existencia previa de calcedonia, que en el caso de la textura esferulítica, se habría formado a partir de la recristalización de geles silíceos intersticiales.

La presencia de calcita precursora en los reemplazos pseudomórficos es considerada producto de la pérdida de  $\text{CO}_2$  por ebullición (Henley 1985). Según Tulloch (1982, en Simmons y Browne 2000), su precipitación se produce en un rango entre los 100 y 300 m por encima del punto de ebullición. Consecuentemente con el enfriamiento y el aumento del pH, tendría lugar la precipitación de la adularia a menor profundidad dentro del sistema. Por otra parte, la existencia en el depósito El Pantanito de cristales de adularia y de cuarzo con zonación asociados a las texturas de reemplazo pseudomórfico, sugiere que existió precipitación de calcita previamente a la formación de los mismos. De acuerdo a Etoh *et al.* (2002) tanto esta secuencia como la coexistencia de esmectita y adularia, también observada en este trabajo, serían producto de la ebullición continua de las soluciones ascendentes.

Según Simmons y Browne (2000), el mecanismo de precipitación del Au se produce durante la ebullición del sistema de

acuerdo con la reacción:



De esta forma, la pérdida de  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{g})}$  favorece la precipitación de Au, ya que desplaza la reacción hacia la derecha.

Las evidencias mineralógicas y texturales halladas en el depósito El Pantanito, sugieren un proceso de ebullición ascendente, al que se asocia la precipitación de metales preciosos. La superposición de texturas que representan diferentes profundidades de formación permite proponer, de manera preliminar, el desarrollo de un fenómeno de tipo telescópico que sería producto de la propagación del frente de ebullición hacia zonas de mayor profundidad, durante episodios de alta permeabilidad vertical e importante flujo de fluidos (Simmons y Browne 2000).

El control estructural de la silicificación, dado por las direcciones Az  $120^\circ$ ,  $325^\circ$  y  $340^\circ$ , coincide con la disposición de los diques riolíticos del Complejo Los Corrales, Pérmico superior – Triásico inferior, (Delpino 1997) - equivalente al Grupo El Portillo - y con estructuras extensionales relacionadas con la sección superior del Grupo Choiyoi (Japas y Kleiman 2004). Si bien no existen datos a cerca de la edad de la mineralización de El Pantanito, es posible en principio, atribuirla al Pérmico

superior – Triásico, tanto por los controles estructurales de la misma como por su estrecha relación espacial con la Formación Choique Mahuida.

## Conclusiones

El análisis textural y mineralógico de las alteraciones presentes en el depósito El Pantanito permite establecer que el nivel de exposición actual se encuentra dentro de la paleozona de ebullición ascendente, donde principalmente ocurre la precipitación de los metales preciosos. Este depósito sería el resultado de procesos repetitivos de brechamiento y precipitación durante los cuales las soluciones hidrotermales habrían estado en condiciones de enfriamiento paulatino y ebullición continua. Las evidencias de un proceso de tipo telescópico indican que el nivel de ebullición ha sufrido una profundización y, por lo tanto, también la zona de depositación de los metales preciosos, por lo cual ésta podría extenderse en profundidad.

Esta primera ocurrencia de un depósito epitermal de baja sulfuración en el Bloque de San Rafael, el cual puede ser preliminarmente vinculado al volcanismo pérmico superior – triásico, abre nuevas perspectivas para la prospección de este tipo de mineralizaciones en este ambiente que marca una transición entre un régimen de subducción y uno de intraplaca, tanto dentro de esta provincia geológica como en otras áreas con volcanismo de características similares.

## Agradecimientos

Las autoras agradecen a los árbitros de este trabajo, Dra. Diana Mutti y Dr. Pablo Leal por sus valiosos comentarios y sugerencias. A los geólogos Hugo Mallimacci y Francisco Carpio (Servicio Geológico Minero Argentino - SEGEMAR) por la información geológica brindada y a la Dra. Silvia Japas por sus constructivos aportes. Este trabajo fue parcialmente financiado por el Servicio Geológico Minero Argentino (Proyecto Pasma), institución a la que las autoras agradecen por permitir la publicación de los datos.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Carpio, F. Mallimacci, H. Rubinstein, N., Salvarredi, J., Sepúlveda, E., Centeno, R., Rosas, M., Vargas, D., 2001. Metalogenia del Bloque de San Rafael, Mendoza. Serie Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales, 20. Servicio Geológico Minero Argentino, 109 p., Buenos Aires.
- Delpino, D., 1997. Geología regional y petrología del Complejo Los Corrales, paleozoico superior – triásico, provincia de Mendoza. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, (inédito), 297 p., La Plata.
- Dong, G., Morrison, G. y Jaireth, S., 1995. Quartz textures in epithermal veins, Queensland – Clasificación, origen and implications. *Economic Geology*, 90(6): 1841-1856.
- Etoh, J., Izawa, E. y Watanabe, K., 2002. Bladed Quartz and its relationship to gold mineralization in the Hishikari Low-Sulfidation Epithermal Gold Deposit, Japan. *Economic Geology*, 97(8): 1841-1851.
- Fournier, R.O., 1985. The behaviour of silica in hydrothermal solutions, En Berger, B.R. y Bethke, P.M. (eds.) *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems, Reviews in Economic Geology* 2: 45-59.
- Godeas, M. y Rubinstein, N., 2004. Buddingtonita en el depósito epitermal El Pantanito, Mendoza. 7° Congreso de Mineralogía y Metalogenia, 61-62.
- Henley, R.W., 1985. The geothermal framework for epithermal deposits. En Berger, B.R. y Bethke, P.M. (eds.) *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems, Reviews in Economic Geology* 2: 1-24.
- Japas, M.S. y Kleiman, L.E., 2004. El Ciclo Choiyoi en el Bloque de San Rafael: De la orogénesis tardía a la relajación mecánica. Avances en Microtectónica y Geología Estructural (9° Reunión), Asociación Geológica Argentina, (en prensa).
- Kleiman, L.E., 1999. Mineralogía y petrología del volcanismo permotriásico y triásico del Bloque de San Rafael en el área de Sierra Pintada, provincia de Mendoza, y su relación con las mineralizaciones de uranio. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (inédito), 286 p., Buenos Aires.
- Linares, E., 1977. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina, años 1972 – 1974 y 1974 – 1976. Asociación Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y Complementaria, 4: 1-38, Buenos Aires.
- Linares, E., 1979. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina, años 1975 – 1976 y 1977 – 1978. Asociación Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y Complementaria, 6: 1-32, Buenos Aires.
- Llambías, E.J., Kleiman, L. E. y Salvarredi, J. A., 1993. El magmatismo gondwánico. En Ramos, V.A. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*, 12° Congreso Geológico Argentino (Mendoza), Relatorio: 53-64, Buenos Aires.
- Malvicini, L. y Delpino, D., 1989. Metalogénesis de los complejos riolíticos de la provincia geológica sanrafaelino pampeana y la comarca norpatagónica, Argentina. *Procesos metalogenéticos*. Publicación de la Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 3: 63-82.
- Narciso, V., J. C. Zanettini, E. Sepúlveda y H. S. Mallimacci, 2001. Hoja 3769-II Agua Escondida. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 300, 64 p. (edición preliminar), Buenos Aires.
- Nillni, A. M. y Stöckhert, B., 1996. Catodoluminiscencia y microtermometría en cuarzo hidrotermal. Yacimiento Cerro Vanguardia. Pcia. de Santa Cruz, Argentina. 13° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 181-188, Buenos Aires.
- Ramos, V. A., 1993. Interpretación tectónica, En Ramos, V.A. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*, 12° Congreso Geológico Argentino (Mendoza), Relatorio: 257-266.
- Rubinstein, N., Carpio, F. y Mallimacci, H., 2001. El depósito epitermal de El Pantanito, provincia de Mendoza, Argentina. *Revista del Instituto de Geología y Minería, Universidad Nacional de Jujuy*, 14 (1): 59-61.
- Simmons, S. F. y Browne, P. R. L., 2000. Hydrothermal Minerals and Precious Metals in the Broadlands-Ohaaki Geothermal System: Implications for understanding Low-Sulfidation Epithermal Environment. *Economic Geology*, 95(5): 971-999.

Recibido: 07/04/04

Aceptado: 01/10/04